

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 6 月 23 日 (23.06.2005)

PCT

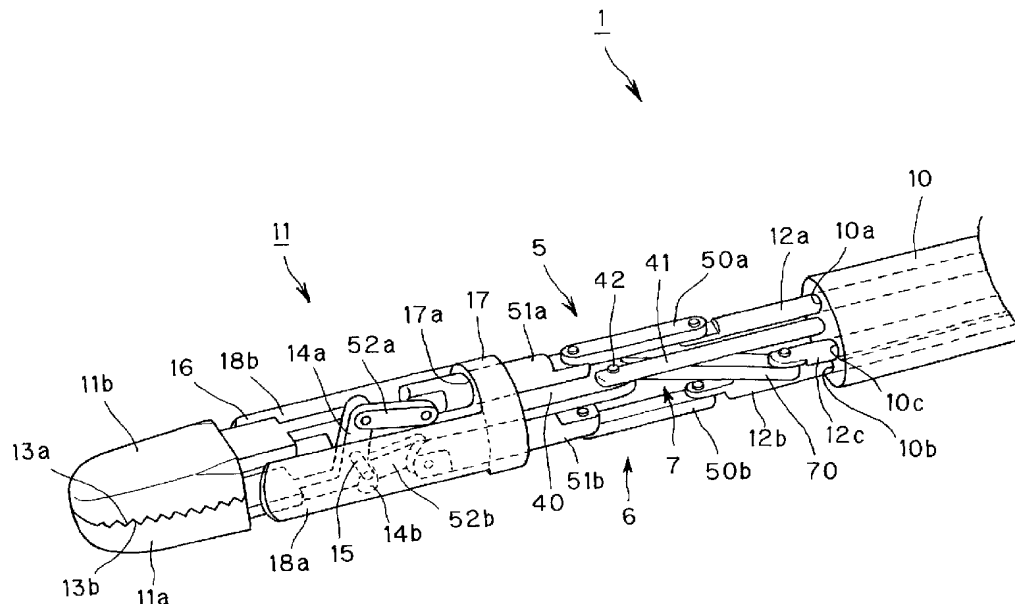
(10) 国際公開番号
WO 2005/055840 A1

- (51) 国際特許分類: A61B 17/28, 19/00, B25J 17/02 (71) 出願人 および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/018654 (72) 発明者: 光石 衛 (MITSUISHI, Mamoru) [JP/JP]; 〒1360072 東京都江東区大島 1-2-2-905 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 14 日 (14.12.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および
(26) 国際公開の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 割澤 伸一 (WARI-SAWA, Shinichi) [JP/JP]; 〒1420053 東京都品川区中延 3 丁目 3 番 5 号 グリーンハウス D 棟 Tokyo (JP). 荒田 純平 (ARATA, Junpei) [JP/JP]; 〒4000015 山梨県甲府市大手 1-2-9 第 6 宿舍 RA-1 O Yamanashi (JP). 中澤 東治 (NAKAZAWA, Toji) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号 THK 株式会社内 Tokyo (JP).
(30) 優先権データ: 特願 2003-417123 2003 年 12 月 15 日 (15.12.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): THK 株式会社 (THK CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: MANIPULATOR WITH MULTIPLE DEGREES OF FREEDOM

(54) 発明の名称: 多自由度マニピュレータ



(57) Abstract: A bending forceps (1) have at least three degrees of freedom of relative opening and closing of a pair of grip members (11a, 11b), of freedom of rotation of both grip members about a first axis (15), and of rotation of both grip members about a second axis (42) present on an imaginary plane substantially perpendicular to the first axis (15). Power from an actuator is converted by first to third link mechanisms (5, 6, 7) into each motion of the opening and closing of the grip members, the rotation of the first axis, and the rotation of the second axis. Adopting the link mechanisms for power transmitting means increases durability and control accuracy, and facilitates sterilization, cleaning, and attachment and removal to and from driving means.

(57) 要約: 屈曲鉗子 1 は、一对の把持片 11a, 11b の相対的な開閉、第 1 軸 15 回りの両把持片の回転、及び、第 1 軸 15 にほぼ直交する仮想平面上に存在する第 2 軸 4

[続葉有]

WO 2005/055840 A1



(74) 代理人: 世良和信, 外(SERA, Kazunobu et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 アクロポリス21ビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

2回りの両把持片の回転、の少なくとも3自由度を有する。そして、アクチュエータからの動力が、第1～第3リンク機構5, 6, 7によって、把持片の開閉、第1軸回りの回転、及び、第2軸回りの回転の各運動に変換されるようにする。このように動力伝達手段にリンク機構を採用したことによって、耐久性及び制御精度を向上させることができる。また、滅菌、洗浄や駆動手段への着脱の容易化を図ることができる。

明 細 書

多自由度マニピュレータ

技術分野

[0001] 本発明は、腹腔内手術等に用いられる手術用の多自由度マニピュレータに関する。

背景技術

[0002] 近年、外科手術の一手法として、腹腔内手術に代表される低侵襲手術が注目されている。低侵襲手術では、体表に開けた10mm程度の切開孔を通じて内視鏡や鉗子等の手術器具を挿入し、体の内部で手術を行う。したがって、通常の外科手術に比べて、患者に対するダメージやダメージを与える可能性を低減できるという利点がある。

[0003] 低侵襲手術に用いられる鉗子は、切開孔により姿勢を拘束されるため、患部に対して限られた方向からのアプローチしかできない。このような条件下で把持、結紮等の作業を簡便に行うために、鉗子の先端部分を複数の方向に屈曲するようにした屈曲鉗子(多自由度マニピュレータ)の開発がさかんに行われている。

[0004] この種の多自由度マニピュレータの先行技術としては例えば非特許文献1〜3などが挙げられる。また、製品としては、インテュイティブ・サージカル社の「da Vinci surgical system」が知られている(非特許文献4参照)。

非特許文献1:大浦剛、外10名,「腹腔鏡下手術支援屈曲長鉗子マニピュレータの開発」,日本機会学会[No. 01-4]ロボティクス・メカトロニクス講演会'01講演論文集, 2A1-D8, 2001

非特許文献2:生田幸士、外3名,「遠隔腹腔手術用ハイパーフィンガーの研究」,日本機会学会[No. 00-2]ロボティクス・メカトロニクス講演会'00講演論文集, 2P1-13-019, 2000

非特許文献3:Jeff M. Wndlandt and S. Shankar Sastry, "DESIGN AND CONTROL OF A SIMPLIFIED STEWART PLATFORM FOR ENDOSCOPY", Proceedings of the 33rd Conference on Decision and Control Lake Buena Vista, FL - December

1994, pp. 357-362, 1994

非特許文献4: Gary S. Guthart and J. Kenneth Salisbury, Jr., "The Intuitive(TM) Telesurgery System: Overview and Application", Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Robotics & Automation San Francisco, CA April 2000, pp. 618-621, 2000

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] 従来の多自由度マニピュレータでは、駆動装置からの動力伝達手段としてワイヤーが採用されている。ワイヤーを駆動装置で巻き上げることで、関節の屈曲や把持部の開閉などを実現している。
- [0006] しかしながら、ワイヤー駆動には次のような問題がある。
- [0007] 第一に、ワイヤーは「伸び」「切れ」等のおそれがあるため、頻繁に交換しなければならない(例えば上述した「da Vinci」システムでは、約10回の手術につきワイヤー交換が必要となる。)。しかも、ワイヤーはギアやプーリに巻回されているため、取り外しや装着に非常な手間を要する。これにより、ランニングコスト及びメンテナンス負荷の増大を招いている。
- [0008] 第二に、ワイヤーは伸縮するため、関節や把持部の制御精度に限界がある。また、ワイヤーは一方向(引き方向)にしか動力を伝達できないという欠点もある。
- [0009] 第三に、ワイヤーは滅菌・洗浄が難しいという問題がある。このため、従来の多自由度マニピュレータでは、術前、術後の滅菌・洗浄作業が非常に煩雑なものとなっている。
- [0010] 本発明は上記実情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、耐久性に優れた手術用の多自由度マニピュレータを提供することにある。
- [0011] また、本発明の別の目的は、高精度に制御可能な手術用の多自由度マニピュレータを提供することにある。
- [0012] また、本発明の別の目的は、滅菌・洗浄の容易な手術用の多自由度マニピュレータを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明は、駆動手段によって駆動される多自由度マニピュレータを対象とし、特に腹腔内手術等の低侵襲手術に用いられる多自由度マニピュレータを対象とする。ここで駆動手段としては、往復運動する出力軸を具備する駆動装置、例えばアクチュエータ等を用いることができる。
- [0014] 本発明の多自由度マニピュレータは、一対の把持片の相対的な開閉、第1軸回りの両把持片の回転、及び、第1軸にほぼ直交する仮想平面上に存在する第2軸回りの両把持片の回転、の少なくとも3自由度を有する。そして、駆動手段からの動力が、リンク機構によって、把持片の開閉、第1軸回りの回転、及び、第2軸回りの回転の各運動に変換されるようにする。
- [0015] このように、本発明では動力伝達手段をリンク機構(複数のリンク(剛体))を対偶で連結した機構)で構成したので、従来の常套手段であったワイヤーを廃することができる。
- [0016] したがって、本発明はワイヤー駆動の従来技術に比べて次のような利点を有する。リンク機構は剛性が高いので、ワイヤーのように伸びたり切れたりするおそれがない。よって、耐久性を向上でき、マニピュレータの交換回数を極めて少なくすることができる。また、リンク機構はワイヤーのように伸縮しないことから、把持片や回転部位の制御精度や把持力を高めることができる。さらに、リンク機構であれば滅菌や洗浄が容易である。しかも、リンクはワイヤーのようにギアやプーリに巻回する必要がないので、マニピュレータと駆動手段との着脱を簡易化・容易化できる。
- [0017] 本発明の多自由度マニピュレータの一態様は、一対の把持片と、両把持片を回転自在に連結する第1軸と、第1軸にほぼ直交する仮想平面上に存在する第2軸と、駆動手段の動力を第1軸回りの一方の把持片の回転運動に変換する第1リンク機構と、駆動手段の動力を第1軸回りの他方の把持片の回転運動に変換する第2リンク機構と、駆動手段の動力を第2軸回りの両把持片の回転運動に変換する第3リンク機構と、を備える。
- [0018] この態様では、両把持片の回転量が同じになるように第1、第2リンク機構を制御すれば、両把持片は開度を保ったまま回転運動し、両把持片の回転量が相違するように第1、第2リンク機構を制御すれば、両把持片は相対的に開閉運動する。すなわち

、把持片の開閉運動と第1軸回りの回転運動とが、共通の軸(第1軸)及びリンク機構(第1、第2リンク機構)を用いて実現されている。したがって、マニピュレータの部品点数の削減と小型化を図ることができる。

- [0019] 各把持片を第1軸で支持する第1支持体(又は第1支持手段)と、第1支持体を第2軸で支持する第2支持体(又は第2支持手段)と、を備えることが好ましい。なお、第1軸、第2軸は、独立した部材であってもよいし、把持片又は支持体に一体的に形成された突起のような部位であってもよい。
- [0020] 第1及び第2リンク機構は、それぞれ、第1支持体にスライド自在に支持される第1リンクと、第2支持体にスライド自在に支持される第2リンクと、第1リンクと第2リンクの間を連結する第3リンクと、を備えることが好ましい。このとき、第1リンクと第3リンクの間、第2リンクと第3リンクの間は回り対偶で連結し、その回り対偶の回転軸と第2軸とを平行に設けるとよい。
- [0021] 第1リンクと第2リンクは支持体にスライド自在に支持されているので、運動の安定性が増し、動力の伝達ロスが低減される。特に、第1リンクは第1軸(把持片)と同じ第1支持体に支持されているため、第1支持体が第2軸回りに回転したとしても、第1リンクのスライド方向と第1軸の軸方向との相対的な位置関係は常に一定に保たれることになり、把持片の運動安定性が向上する。
- [0022] また、第3リンクが介在しているので、スライド方向以外の動作が拘束されているという条件下でも、第1リンクと第2リンクは第1支持体の回転角度に応じて適切な位置関係をとることができる。さらに、第1支持体を屈曲させた状態、つまり第1リンクと第2リンクのスライド方向が非平行の状態であっても、第2リンクの往復運動は、第3リンクを介して方向変換され、第1リンクへと伝達される。
- [0023] 第1リンクと把持片の間を連結する連結リンクを設けることも好ましい。これにより、第1リンクの往復運動を把持片の回転運動に変換することができる。
- [0024] 第1リンク、第2リンク、及び、第3リンクが直線状に並んだ状態において、第2軸の軸線と第3リンクとが直交するように、各部品の寸法や相対配置が設定されていることが好ましい。
- [0025] この構成によれば、第1〜第3リンクが直線状に並んだ状態のときはもちろんのこと、

第1支持体が屈曲した状態であっても、第1リンクの第3リンク側の端から引き延ばした仮想的な延長線と、第2リンクの第3リンク側の端から引き延ばした仮想的な延長線との交点が、第2軸の軸線上に存在するようになる。換言すれば、第1支持体を屈曲させたときに、第2リンクからみて第1リンク及び第3リンクは必ず同じ方向に回転することになる。これにより、第1支持体の回転運動及び第1、第2リンク機構の運動が安定する。

[0026] また、把持片の回転範囲は予め定められており、第1リンク、第2リンク、及び、第3リンクが直線状に並んだ状態を保ちつつスライドした場合に、上記回転範囲内では常に第2軸の軸線と第3リンクとが直交するように設定されていることがより好ましい。

[0027] この構成によれば、第1支持体及び把持片がどのような状態にあっても、第1支持体を屈曲させたときに、第2リンクからみて第1リンク及び第3リンクは必ず同じ方向に回転するようになり、第1支持体の回転運動及び第1、第2リンク機構の運動の安定性が増す。

[0028] なお、「直線状に並んだ状態」とは、第1ー第3リンクをそれぞれ線分に置き換えたモデルを仮想的に考えたときに、各線分が同一直線上に並んだ状態をいう。すなわち、具体的な部品としてのリンクは厚みや幅あるいは非直線的な形状を有しているが、そのような設計事項にとらわれず、あくまでも機構学的に捉えれば足りるのである。第2軸の軸線と第3リンクとの直交についても、第3リンクを仮想的な線分に置き換えて考える。直線（線分）の直交とは、両直線（線分）が同一平面上において直角に交わることをいい、ねじれの位置関係にある場合は含まない。

[0029] 第3リンク機構は、第2支持体にスライド自在に支持される第4リンクと、第1支持体に固定され、且つ、第2軸回りに回転自在な第5リンクと、第4リンクと第5リンクの間を連結する第6リンクと、を備えるとよい。

[0030] これにより、第4リンクの往復運動が第6リンクによって第5リンクの回転運動に変換される。このとき、第4リンクは第2支持体にスライド自在に支持されているので、運動の安定性が増し、動力の伝達ロスが低減される。

発明の効果

[0031] 本発明によれば、動力伝達手段にリンク機構を採用したことによって、耐久性及び

制御精度を向上させることができる。また、滅菌、洗浄や駆動手段への着脱の容易化を図ることができる。

発明を実施するための最良の形態

[0032] 以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に詳しく説明する。

[0033] (屈曲鉗子システムの構成)

図1は、本発明の一実施形態に係る多自由度マニピュレータを具備した屈曲鉗子システムを示している。

[0034] 屈曲鉗子システムは、多自由度マニピュレータである屈曲鉗子1、屈曲鉗子1を駆動する駆動手段であるアクチュエータ2、アクチュエータ2を制御するコントロール部3から構成される。この屈曲鉗子システムは、腹腔内手術等の低侵襲手術に利用されるものである。

[0035] 屈曲鉗子1は、概略、アクチュエータ2に取り付けられるアーム部10と、アーム部10の先端に設けられた把持部11から構成される。把持部11には、開閉自在の一对の把持片11a, 11bが設けられている。把持部11は、2自由度の屈曲(回転)と把持片11a, 11bの開閉の3自由度を有する。これら3自由度の運動は、アクチュエータ2の動力がアーム部10内に挿通された3本の入力軸12を介して伝達されることで、実現される。

[0036] アクチュエータ2は、DCモータ20、ボールネジ21等を有している。DCモータ20の発生する動力(回転運動)は、ベルト及びプーリを介してボールネジ21に伝達され、往復運動に変換される。ボールネジ21の出力軸は屈曲鉗子1の入力軸12に接続されている。

[0037] コントロール部3は、例えばコンピュータとマスターロボット等から構成される。

[0038] オペレータ(術者)がマスターロボットを操作すると、その動き情報がコンピュータに入力される。コンピュータは動き情報に基づいてDCモータ20の制御信号を生成し出力する。この制御信号にしたがってDCモータ20が回転し、ボールネジ21を介して屈曲鉗子1の各入力軸12に押し方向又は引き方向の動力を与える。これにより、屈曲鉗子1の先端の把持部11が屈曲、開閉し、所望の動作を行う。

[0039] (屈曲鉗子の構成)

次に、図2～図4を参照して、屈曲鉗子1の構成について詳しく説明する。図2は屈曲鉗子1の先端部分の斜視図であり、図3は上面図、図4は側面図である。

[0040] これらの図に示すように、屈曲鉗子1の把持部11の先端には一対の把持片11a, 11bが設けられている。把持片11aと把持片11bはほぼ対称な形状をなし、その合わせ面(把持面)に互いに噛み合う把持歯13a, 13bを有している。把持片11a, 11bの基端は内側にくの字に折れ曲がり、リンク部14a, 14bを形成する。両把持片11a, 11bはリンク部14a, 14bの交差部分において第1軸15によって回転自在に連結されている。なお、第1軸15の軸線は把持面と同一の平面上にある。

[0041] この第1軸15は、第1支持体16に支持されている。第1支持体16は、円盤状の基底部17と、この基底部17の両側端から把持片11a, 11bの方向に向かって起立する2つの側壁部18a, 18bとを有する概略U字形状の部材である。側壁部18a, 18bは把持片11a, 11bの基端部分を覆う位置まで延設されており、側壁部18aと側壁部18bの間に第1軸15が架け渡されている。

[0042] 第1支持体16の基底部17には、アーム部(第2支持体)10に向かって延びるリンク部40が設けられている。他方、アーム部10の端面には、第1支持体16に向かって延びる固定リンク41が設けられている。第1支持体16のリンク部40とアーム部10の固定リンク41は、第2軸42によって回転自在に連結されている。第2軸42は、第1軸15にはほぼ直交する仮想平面上に存在するように設けられる。

[0043] 上記構成により、屈曲鉗子1は、把持片11a, 11bの(第1軸15回りの)相対的な開閉(矢印X)、第1軸15回りの両把持片11a, 11bの回転(矢印Y)、及び、第2軸42回りの両把持片11a, 11bの回転(矢印Z)の3自由度を有することになる。なお、屈曲鉗子1自体がその中心軸回りに回転し、また、屈曲鉗子システム全体は3次元的に移動可能であるため、システム全体としての自由度は7自由度となる。

[0044] (リンク機構)

本実施形態では、アクチュエータ2から把持部11への動力伝達手段がすべてリンク機構によって構成されている。つまり、アクチュエータ2から入力軸12(12a, 12b, 12c)に入力された動力(往復運動)は、リンク機構によって、把持片11a, 11bの開閉

、第1軸15回りの回転、第2軸42回りの回転の各運動に変換されるのである。以下、リンク機構の具体的構成を詳しく説明する。

[0045] 屈曲鉗子1は、第1リンク機構5、第2リンク機構6、第3リンク機構7の3つのリンク機構を有する。第1リンク機構5は、アクチュエータ2の動力を第1軸15回りの一方の把持片11aの回転運動に、第2リンク機構6は、アクチュエータ2の動力を第1軸15回りの他方の把持片11bの回転運動に、それぞれ変換するものである。また、第3リンク機構7は、アクチュエータ2の動力を第2軸42回りの第1支持体16(両把持片11a, 11b)の回転運動に変換するものである。

[0046] <第1、第2リンク機構>

第1リンク機構5は、アーム部10側から順に、入力軸(第2リンク)12a、連結リンク(第3リンク)50a、拘束リンク(第1リンク)51a、連結リンク52aの4つのリンクから構成される。入力軸12aと連結リンク50aの間、連結リンク50aと拘束リンク51aの間はピンで連結されており、それらのピンは第2軸42と平行に設けられている。また、拘束リンク51aと連結リンク52aの間、さらに連結リンク52aと把持片11aのリンク部14aの間もピンで連結され、これらのピンは第1軸15と平行に設けられている。

[0047] また、第2リンク機構6は、アーム部10側から順に、入力軸(第2リンク)12b、連結リンク(第3リンク)50b、拘束リンク(第1リンク)51b、連結リンク52bの4つのリンクから構成される。第2リンク機構6は、第1リンク機構5と対称な機構であるので、以下では第1リンク機構5についてのみ説明を行うこととする。

[0048] 拘束リンク51aは、第1支持体16の基底部17に設けられたスライド孔17aに挿通されている。これにより、拘束リンク51aは第1支持体16に対してスライド自在となる一方で、そのスライド方向以外の動作が拘束されることになる。

[0049] また、入力軸12aは、第2支持体であるアーム部10の端面に設けられたスライド孔10aに挿通されている。これにより、入力軸12aはアーム部10に対してスライド自在となる一方で、そのスライド方向以外の動作が拘束されることになる。

[0050] かかる第1リンク機構5において、図5(a)の状態から、入力軸12aに押し方向の動力が入力されると、その動力が連結リンク50aを介して拘束リンク51aに伝達され、拘束リンク51aが図中左方向にスライドする。そして、拘束リンク51aのスライド運動は、

連結リンク52aを介することでリンク部14aの第1軸15回りの回転運動に変換される。これにより、把持片11aは図5(b)に示すように回転する。

[0051] 逆に、図5(a)の状態において、入力軸12aに引き方向の動力が入力されると、拘束リンク51aは図中右方向にスライドする。そして、そのスライド運動が連結リンク52aによってリンク部14aの第1軸15回りの回転運動に変換されるので、把持片11aは図5(c)に示すように回転する。

[0052] 本実施形態では、入力軸12a、連結リンク50a、及び、拘束リンク51aの寸法や相対配置を次の条件を満たすように設定している。

[0053] まず、把持片11aの回転範囲を定める。この回転範囲は、機構上の制約(特異点や部品同士の干渉の回避)と運用上の要求との兼ね合いで適宜決定されるものである。ここでは、図5(b)の状態ー図5(c)の状態を回転範囲として設定したものとする。

[0054] そしてこのとき、入力軸12a、連結リンク50a、及び、拘束リンク51aが直線状に並んだ状態を保ちつつスライドした場合に、上記回転範囲内では常に第2軸42の軸線と連結リンク50aとが直交するようにする。言い換えるならば、図5(a)ー(c)のいずれの場合においても、連結リンク50aの両端のピンが第2軸42をまたぐような位置関係をとるようにするのである。

[0055] このような条件を満たすことで、図6(a)のように3つのリンクが直線状に並んだ状態のときはもちろんのこと、図6(b), (c)のように第1支持体16が屈曲した状態であっても、拘束リンク51aの端から引き延ばした仮想的な延長線53と、入力軸12aの端から引き延ばした仮想的な延長線54との交点55が、第2軸42の軸線上に存在するようになる。すなわち、第1支持体16をいずれの方向に屈曲させても、入力軸12aからみて拘束リンク51a及び連結リンク50aは必ず同じ方向に回転することになるのである。

[0056] 拘束リンク51aと連結リンク50aが同じ方向に回転すると、第1支持体16の回転角度 θ が、拘束リンク51aの回転角度 α と連結リンク50aの回転角度 β に分担されるので、拘束リンク51a、連結リンク50a、入力軸12aのそれぞれの間の内角を広くとることができる。したがって、第1支持体16が屈曲した状態でも、動力の伝達ロスが少なく且つ安定したリンク運動を実現することができ、把持片11aを滑らかに回転させることが可能となる。

- [0057] また、常に拘束リンク51aと連結リンク50aが同じ方向に回転するという機構的性質により、拘束リンク51aと連結リンク50aとが異なる方向に倒れるおそれのある特異点を排除することができるという利点もある。
- [0058] ここでは説明を省略したが、第2リンク機構6についても、上述した第1リンク機構5と同様の動作をする。したがって、両把持片11a, 11bの回転量が同じになるように第1、第2リンク機構5, 6を制御すれば、両把持片11a, 11bは開度を保ったまま回転運動し、両把持片11a, 11bの回転量が相違するように第1、第2リンク機構5, 6を制御すれば、両把持片11a, 11bは相対的に開閉運動する。
- [0059] このように本実施形態では、把持片11a, 11bの開閉と第1軸15回りの回転との2自由度の運動を、共通の軸(第1軸15)及びリンク機構(第1、第2リンク機構5, 6)を用いて実現することによって、屈曲鉗子1の部品点数の削減と小型化を図っている。
- [0060] <第3リンク機構>
- 第3リンク機構7は、図7(a)に示すように、アーム部10側から順に、入力軸(第4リンク)12c、連結リンク(第6リンク)70、クランク(第5リンク)71の3つのリンクから構成される。ただし、本実施形態のクランク71は、第1支持体16のリンク部40に一体的に形成されたものである。このように形成したことで、クランク71は、第1支持体16に固定され、且つ、第2軸42回りに回転自在なリンクとなる。入力軸12cと連結リンク70の間、連結リンク70とクランク71の間はピンで連結されており、それらのピンは第2軸42と平行に設けられている。
- [0061] 入力軸12cは、第2支持体であるアーム部10の端面に設けられたスライド孔10cに挿通されている。これにより、入力軸12cはアーム部10に対してスライド自在となる一方で、そのスライド方向以外の動作が拘束されることになる。本実施形態では、入力軸12cが往復運動を行う領域とクランク71が回転運動を行う領域とが第2軸42を挟んで反対の側に配置されているので、入力軸12cと連結リンク70とが一直線に並ぶ状態(特異点)を回避できる。
- [0062] かかる第3リンク機構7において、図7(a)の状態から、入力軸12cに押し方向の動力が入力されると、そのスライド運動は連結リンク70を介することでクランク71の回転運動に変換される。これにより、第1支持体16は図7(c)に示すように回転する。

- [0063] 逆に、図7(a)の状態において、入力軸12cに引き方向の動力が入力されると、そのスライド運動が連結リンク70によってクランク71の回転運動に変換されるので、第1支持体16は図7(b)に示すように回転する。
- [0064] なお、連結リンク70とクランク71が一直線に並んだ状態は特異点となるため、第1支持体16の回転範囲はそれよりも内側になるように設定するとよい。
- [0065] 以上述べた構成によれば、アクチュエータ2の動力を2自由度の屈曲(回転)及び把持部11の開閉の各運動に変換するための動力伝達手段が、すべてリンク機構によって実現されるので、従来の常套手段であったワイヤーを廃することができる。
- [0066] リンク機構は剛性が高いので、ワイヤーのように伸びたり切れたりするおそれがない。よって、耐久性を向上でき、屈曲鉗子1の交換回数を極めて少なくすることができる。また、リンク機構はワイヤーのように伸縮しないことから、把持片や回転部位の制御精度や把持力を高めることができる。さらに、リンク機構であれば滅菌や洗浄が容易である。しかも、リンクはワイヤーのようにギアやプーリに巻回する必要がないので、屈曲鉗子1とアクチュエータ2との着脱(つまり、屈曲鉗子1の各入力軸12a, 12b, 12cとアクチュエータ2の各出力軸との着脱)を簡易化・容易化できる。
- [0067] なお、上記実施形態は本発明の一具体例を例示したものにすぎない。本発明の範囲は上記実施形態に限られるものではなく、その技術思想の範囲内で種々の変形が可能である。

図面の簡単な説明

- [0068] [図1]本発明の一実施形態に係る多自由度マニピュレータ(屈曲鉗子)を具備した屈曲鉗子システムを示す図である。
- [図2]屈曲鉗子の先端部分の斜視図である。
- [図3]屈曲鉗子の先端部分の上面図である。
- [図4]屈曲鉗子の先端部分の側面図である。
- [図5]第1リンク機構の動作を示す図である。
- [図6]第1リンク機構の動作を示す図である。
- [図7]第3リンク機構の動作を示す図である。

符号の説明

- [0069] 1 屈曲鉗子(多自由度マニピュレータ)
- 2 アクチュエータ(駆動手段)
- 3 コントロール部
- 5 第1リンク機構
- 6 第2リンク機構
- 7 第3リンク機構
- 10 アーム部(第2支持体)
- 10a, 10b, 10c スライド孔
- 11 把持部
- 11a, 11b 把持片
- 12 入力軸
- 12a, 12b 入力軸(第2リンク)
- 12c 入力軸(第4リンク)
- 13a, 13b 把持歯
- 14a, 14b リンク部
- 15 第1軸
- 16 第1支持体
- 17 基底部
- 17a, 17b スライド孔
- 18a, 18b 側壁部
- 20 DCモータ
- 21 ボールネジ
- 40 リンク部
- 41 固定リンク
- 42 第2軸
- 50a, 50b 連結リンク(第3リンク)
- 51a, 51b 拘束リンク(第1リンク)
- 52a, 52b 連結リンク

53, 54 延長線

55 交点

70 連結リンク(第6リンク)

71 クランク(第5リンク)

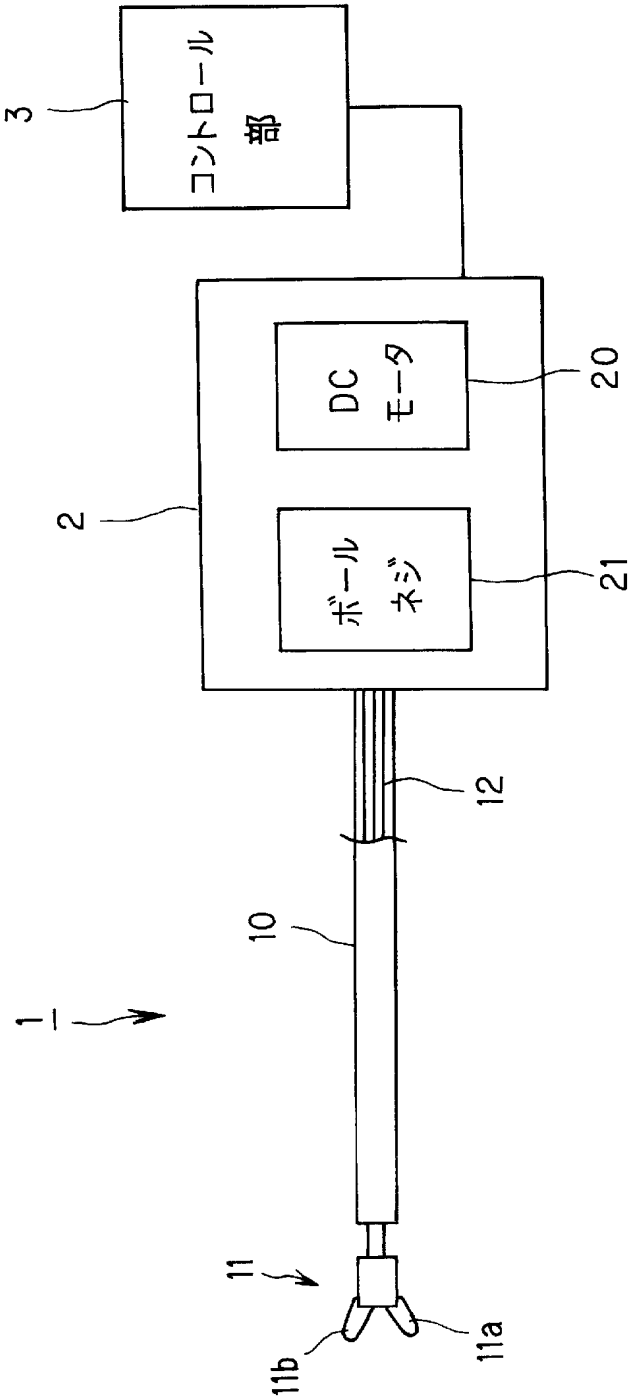
請求の範囲

- [1] 駆動手段によって駆動される手術用の多自由度マニピュレータであって、
一対の把持片の相対的な開閉、第1軸回りの両把持片の回転、及び、第1軸にほぼ直交する仮想平面上に存在する第2軸回りの両把持片の回転、の少なくとも3自由度を有し、
駆動手段からの動力が、リンク機構によって、把持片の開閉、第1軸回りの回転、及び、第2軸回りの回転の各運動に変換されることを特徴とする多自由度マニピュレータ。
- [2] 駆動手段によって駆動される手術用の多自由度マニピュレータであって、
一対の把持片と、
両把持片を回転自在に連結する第1軸と、
第1軸にほぼ直交する仮想平面上に存在する第2軸と、
駆動手段の動力を第1軸回りの一方の把持片の回転運動に変換する第1リンク機構と、
駆動手段の動力を第1軸回りの他方の把持片の回転運動に変換する第2リンク機構と、
駆動手段の動力を第2軸回りの両把持片の回転運動に変換する第3リンク機構と、
を備えることを特徴とする多自由度マニピュレータ。
- [3] 各把持片を第1軸で支持する第1支持体と、
第1支持体を第2軸で支持する第2支持体と、
を備えることを特徴とする請求項2記載の多自由度マニピュレータ。
- [4] 第1及び第2リンク機構は、それぞれ、
第1支持体にスライド自在に支持される第1リンクと、
第2支持体にスライド自在に支持される第2リンクと、
第1リンクと第2リンクの間を連結する第3リンクと、
を備えることを特徴とする請求項3記載の多自由度マニピュレータ。
- [5] 第1リンク、第2リンク、及び、第3リンクが直線状に並んだ状態において、第2軸の軸線と第3リンクとが直交することを特徴とする請求項4記載の多自由度マニピュレータ。

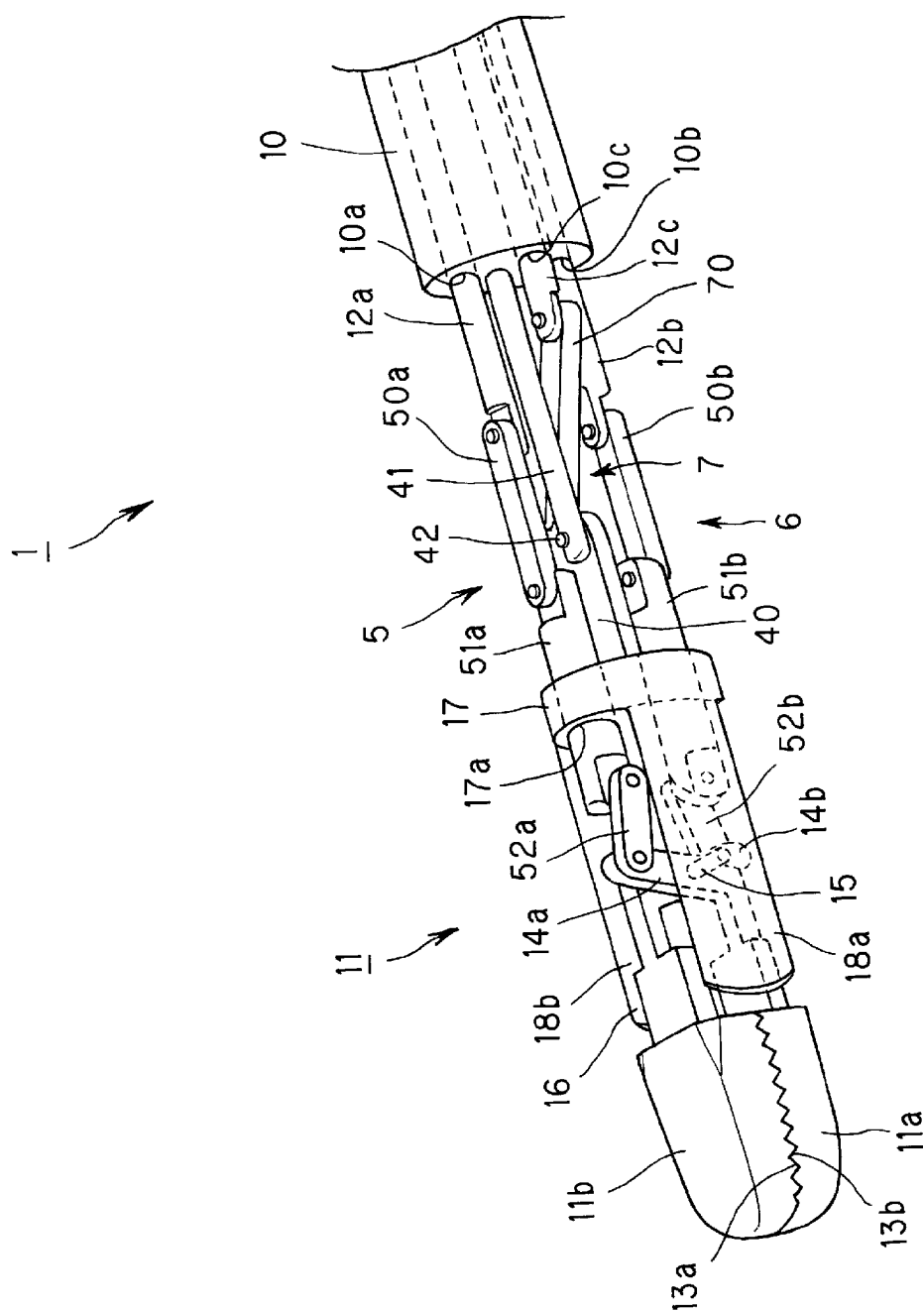
タ。

- [6] 把持片の回転範囲は予め定められており、
第1リンク、第2リンク、及び、第3リンクが直線状に並んだ状態を保ちつつスライドした場合に、上記回転範囲内では常に第2軸の軸線と第3リンクとが直交することを特徴とする請求項5記載の多自由度マニピュレータ。
- [7] 第3リンク機構は、
第2支持体にスライド自在に支持される第4リンクと、
第1支持体に固定され、且つ、第2軸回りに回転自在な第5リンクと、
第4リンクと第5リンクの間を連結する第6リンクと、
を備えることを特徴とする請求項3〜6のうちいずれか1項記載の多自由度マニピュレータ。

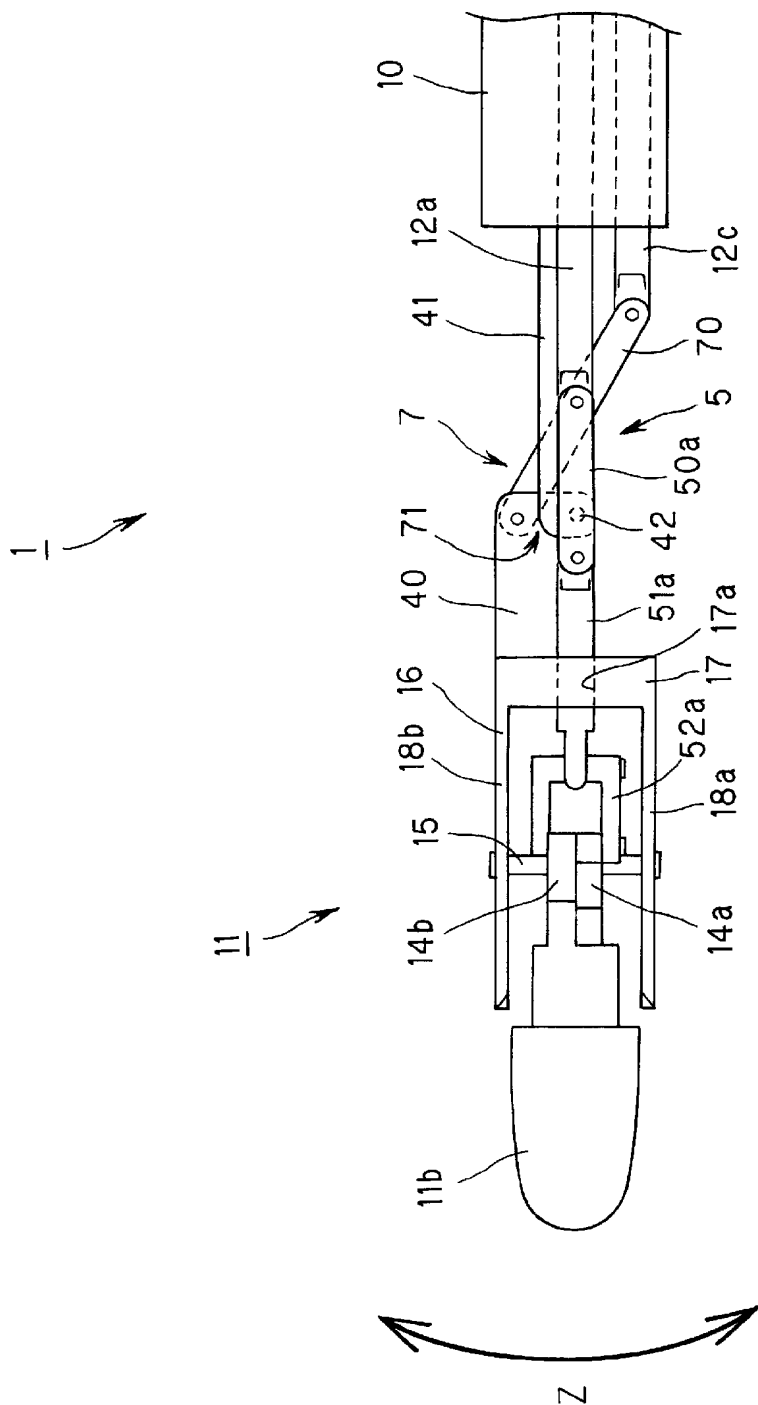
[図1]



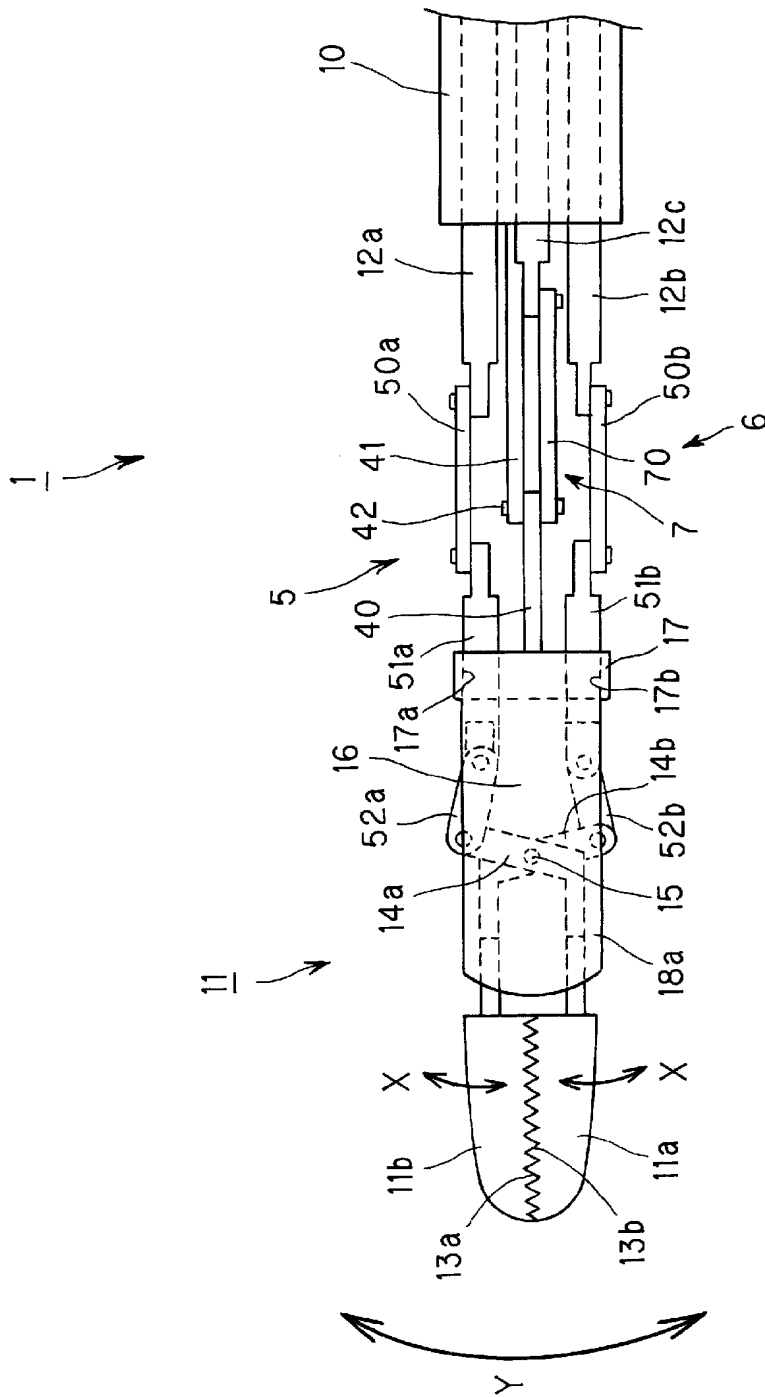
[図2]



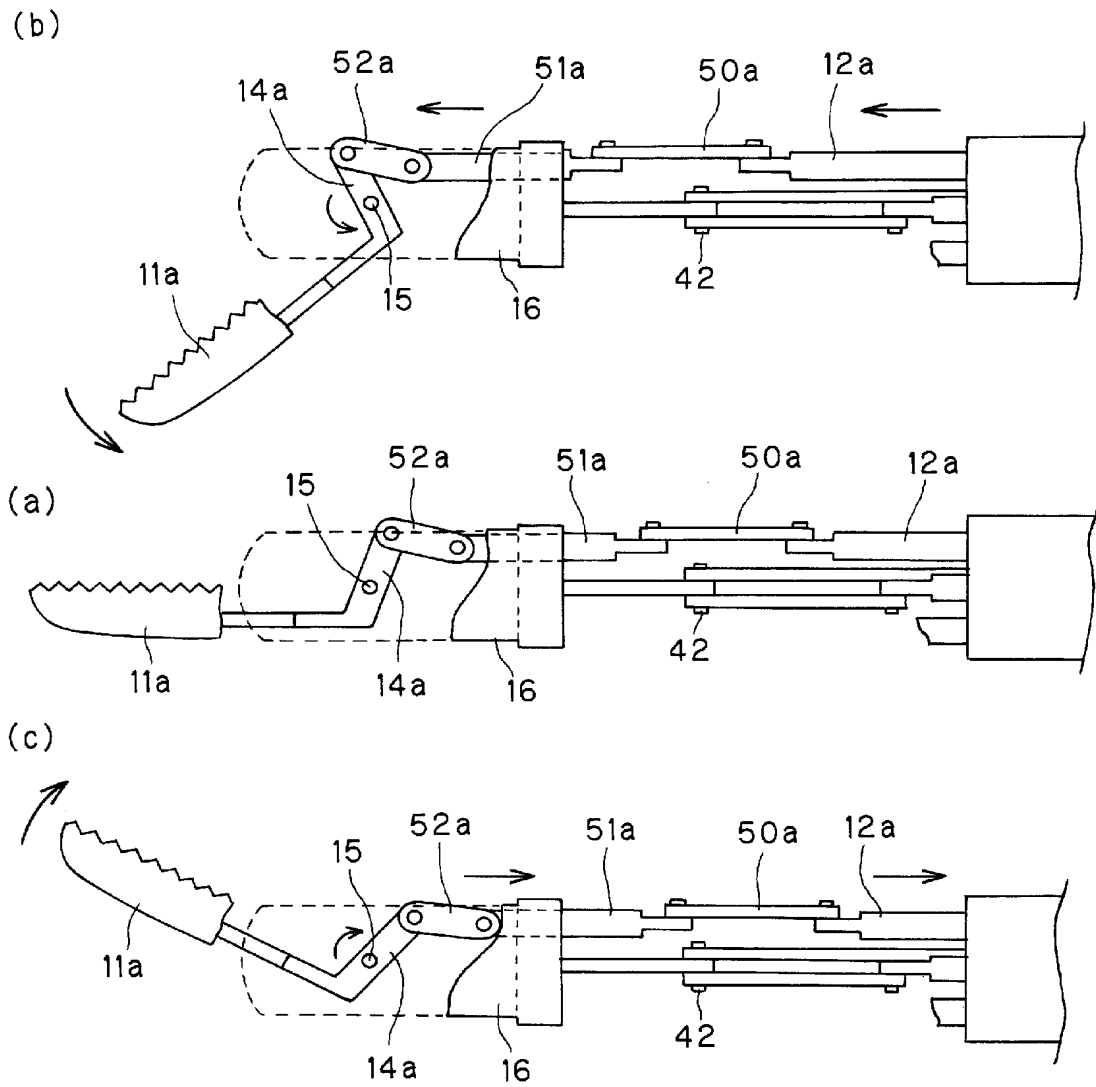
[図3]



[図4]

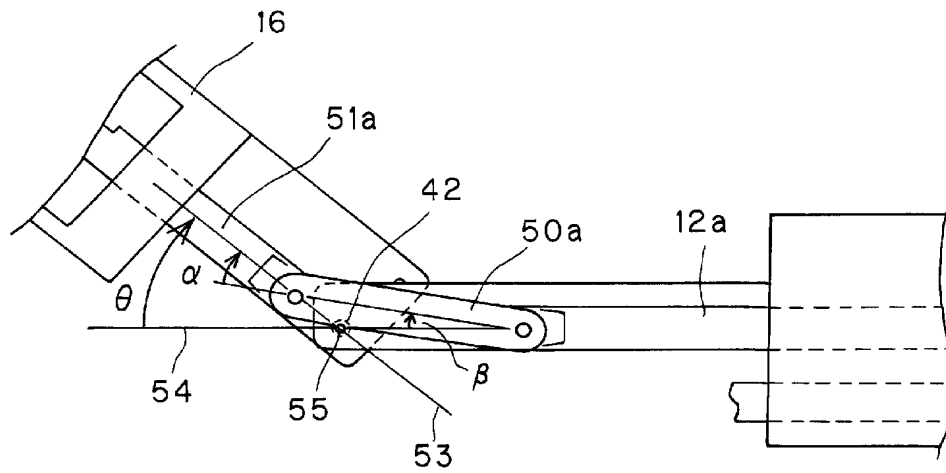


[[5]]

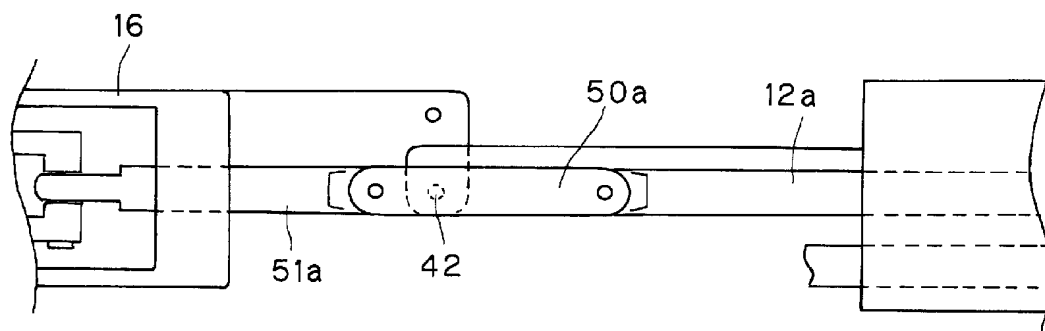


[図6]

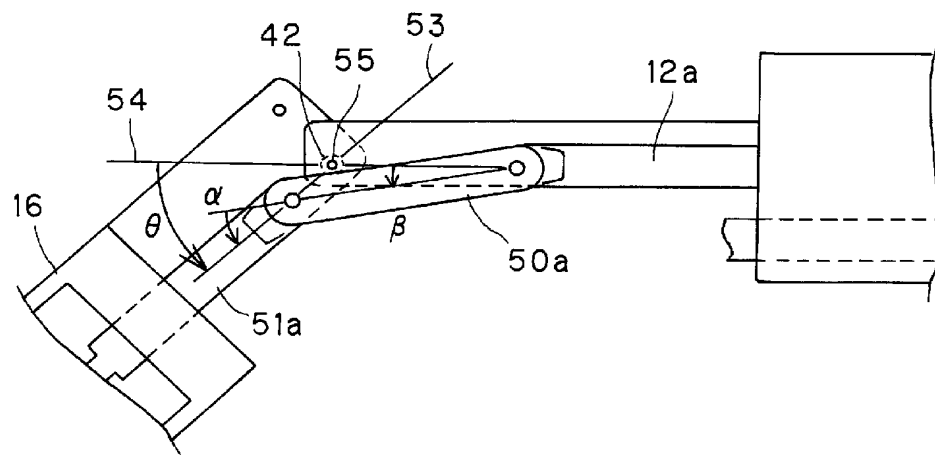
(b)



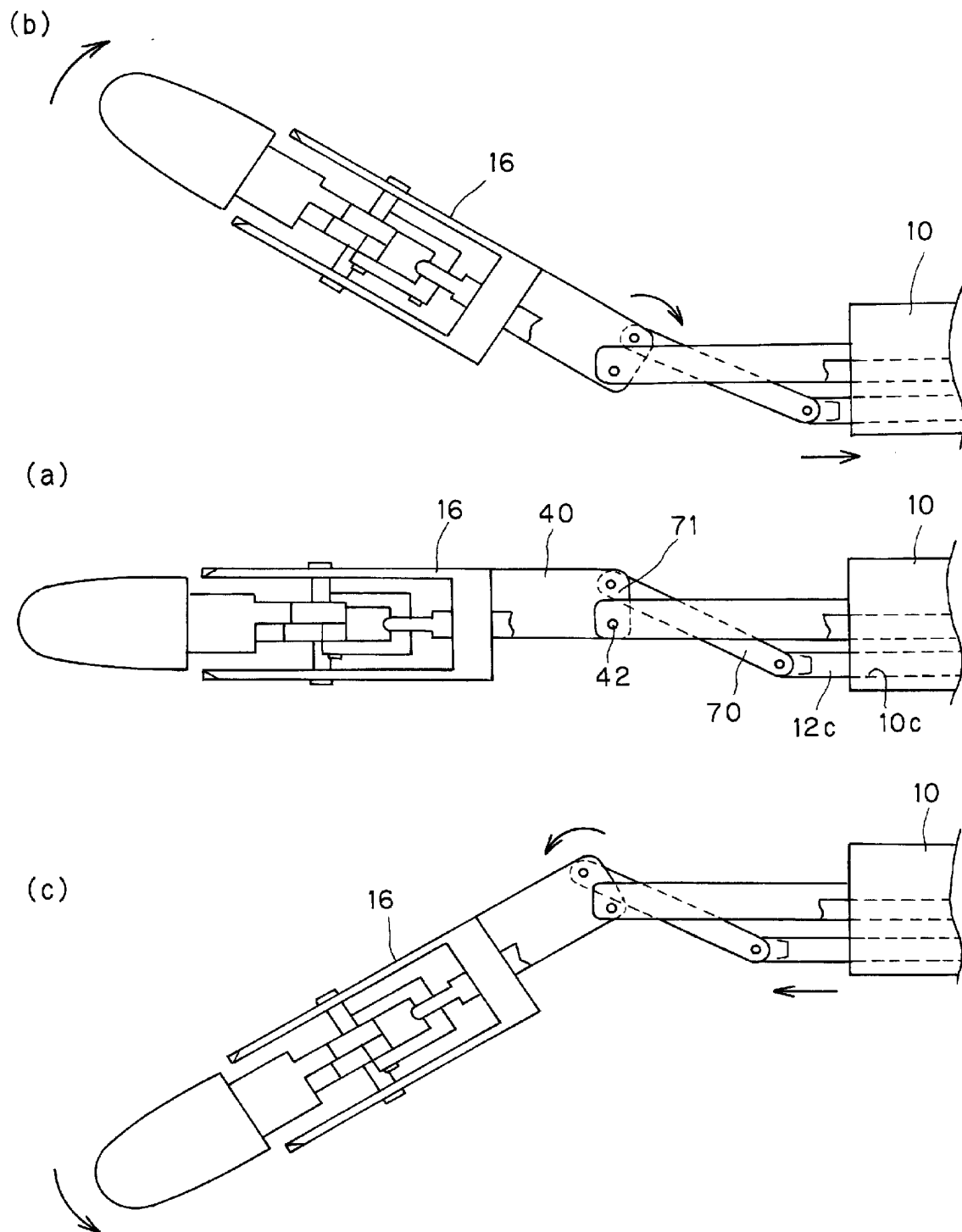
(a)



(c)



[[図7]]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/018654

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ A61B17/28, 19/00, B25J17/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ A61B17/00-19/00, B25J17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-299768 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 30 October, 2001 (30.10.01), Column 4, lines 3 to 41 & US 2002/0055758 A1 page 3, left column, line 27 to right column, line 20 & EP 1277443 A1 & WO 2001/082807 A1	1
A	JP 2001-145635 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 29 May, 2001 (29.05.01), Full text; all drawings & US 6592572 B1 & EP 1101446 A2	1-8
A	JP 2001-71290 A (TCM Kabushiki Kaisha), 21 March, 2001 (21.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 March, 2005 (10.03.05)

Date of mailing of the international search report
29 March, 2005 (29.03.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ A61B 17/28, 19/00
B25J 17/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ A61B 17/00-19/00
B25J 17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2005年
日本国登録実用新案公報 1994-2005年
日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-299768 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001. 10. 30, 第4欄第3-41行 & US 2002/0055758 A1 第3頁左欄第27行-右欄第20行 & EP 1277443 A1 & WO 2001/082807 A1	1

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 03. 2005

国際調査報告の発送日

29. 3. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

稲村 正義

3 E

3 2 1 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3345

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2001-145635 A (オリンパス光学工業株式会社) 2001.05.29, 全文, 全図 & US 6592572 B1 & EP 1101446 A2	1-8
A	J P 2001-71290 A (ティー・シー・エム株式会社) 2001.03.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8